

Hodowle (linie) komórkowe są nieodłącznym elementem licznych badań biologicznych oraz medycznych. Do najbardziej znanych linii komórkowych należą te powstałe z kilkudziesięciu rodzajów nowotworów złośliwych, przechowywane przez National Cancer Institute. Wśród nich jest m.in. linia komórek HeLa, wywodząca się z komórek raka szyjki macicy, pobranych od pacjentki w 1951 roku. Komórki HeLa są zdolne do nieskończonego wielu podziałów i są uważane za „nieśmiertelne”, a linia służy do badań biologii komórek nowotworowych, w szczególności na potrzeby opracowania nowych leków. Z drugiej strony hodowle komórkowe to także linie m.in. komórek macierzystych, bez których nie mogłyby powstać i funkcjonować ludzki organizm. Ich charakterystyczną cechą jest zdolność do przekształcania się w inne typy komórek, budujące nasz organizm.

Niezależnie od typu hodowli komórkowej do jej utrzymania i rozwoju powszechnie stosuje się inkubatory. W tych urządzeniach panują ściśle określone warunki – odpowiednia temperatura, stężenie CO₂ oraz wilgotność. Same komórki przechowywane są w płaskodennych szalkach, których objętość i powierzchnia może być bardzo zróżnicowana – od kilkudziesięciu do kilkuset mL oraz do kilkuset cm². Niektóre naczynia do hodowli składają się ze stosu połączonych ze sobą płaskodennych szalek. Badania nad komórkami odbywają się natomiast w szalkach wielodołkowych. Liczba dołków na jednej szalce może wynosić od 6 do nawet 96.

Obserwacje komórek, zarówno podczas badań jak i rutynowych kontroli hodowli, wykonywane są zazwyczaj z wykorzystaniem mikroskopów optycznych. Wymaga to wyjęcia naczynia z komórkami z inkubatora i umieszczenie go pod mikroskopem, aby później naczynie z komórkami wróciło z powrotem do inkubatora. Takie rozwiązanie jest rutynowe i relatywnie nieskomplikowane, ale posiada kilka wad. Hodowla nie jest kontrolowana w czasie rzeczywistym, wyjęcie komórek z inkubatora jest możliwe tylko na krótki czas aby nie zaburzyć cyklu życiowego hodowli. Ponadto, podczas tych czynności istnieje niebezpieczeństwo zakażenia hodowli komórkowej i konieczności powtórzenia eksperymentu, co generuje istotne koszty. Należy zauważyć, że na rynku istnieją inkubatory z wbudowanymi mikroskopami. Są to jednak rozwiązania duże i kosztowne. Co więcej, nie nadają się do obserwacji komórek umieszczonych m.in. w stosie szalek, jak to się dzieje m.in. w przypadku hodowli komórek macierzystych. Rygorystyczne i ściśle określone warunki hodowli utrudniają natomiast zastosowanie wielu rodzajów czujników, w tym elektrycznych, pozwalających na monitorowanie komórek.

Prostym i niedrogim rozwiązaniem opisanych powyżej problemów z monitorowaniem komórek może być zastosowanie światłowodowych mikrownękowych interferometrów Macha-Zehndera (μ IMZI). Struktury te są wytwarzane przez naukowców z Politechniki Warszawskiej przy współpracy z Instytutem Łączności i z powodzeniem zostały wykorzystane do monitorowania komórek w inkubatorze. Składają się one z okrągłego otworu wykonanego w światłowodzie włóknowym przy użyciu krótkich impulsów lasera. W wyniku powstania wnęki światło prowadzone włóknem zostaje podzielone na ściance mikrownęki, gdzie dalej część światła jest do niej skierowana, a po jej przebyciu spotyka się ponownie (interferuje) ze światłem prowadzonym w rdzeniu włókna. Komórki obecne w pikolitrowej objętości wnęki w zależności od ich położenia i charakteru inaczej oddziałują ze światłem prowadzonym we wnęcie, co pozwala na wykrycie nie tylko bardzo małych zmian w składzie medium hodowlanego, ale także umożliwia monitorowanie w czasie rzeczywistym zachowania komórek, w tym poddanych bodźcom pochodzącym z zewnątrz. Takimi może być promieniowanie jonizujące. Monitorowanie wpływu promieniowania jonizującego na komórki jest szczególnie istotne w przypadku badań nad komórkami m.in. nowotworowymi.

Głównym celem tego projektu jest opracowanie układu mikrownękowego światłowodowego interferometru Mach-Zehndera, którego odpowiedź optyczna na promieniowanie jonizujące nie będzie od niego zależna. Zostaną przeprowadzone eksperymenty z wykorzystaniem promieniowania pochodzącego z różnych źródeł i przy szerokim zakresie dawek. Dla uzyskanej platformy zostaną następnie przeprowadzone eksperymenty monitorowania komórek i analiza wpływu promieniowania jonizującego na zachowanie tych hodowli. Promieniowanie jonizujące obejmuje promienie gamma, promieniowanie rentgenowskie i cząstki o wysokiej energii, jest zdolne do interakcji z cząsteczkami biologicznymi i generowania różnych efektów biologicznych. Promieniowanie to ma ogromne znaczenie w zastosowaniach, takich jak obrazowanie medyczne, sterylizacja, badania mutagenety, badania uszkodzeń DNA i leczenie raka. Unikalne właściwości promieniowania jonizującego sprawiają, że jest nieocenionym narzędziem do zrozumienia procesów komórkowych, diagnozowania chorób i opracowywania innowacyjnych terapii. Badania i uzyskane z nich informacje pozwolą m.in. na dopasowanie dawki i rodzaju promieniowania w leczeniu schorzeń nowotworowych u pacjentów.